

Utilización de las líneas de distribución eléctrica a bordo de los buques para la transmisión de datos en banda ancha.

Inconvenientes a superar

C. Mascareñas, F.J. Abad, M. Bakkali, C. Martín, F. Sánchez de la Campa, M. Barea, J.M. Valverde, R. Rodríguez, J. Valencia, y J.E. Chover

Grupo de Investigación PAI-TIC 191, Señales, Sistemas y Comunicaciones de la Universidad de Cádiz.
Departamento de Ciencias y Técnicas de la Navegación y Teoría de la Señal y Comunicaciones.
Campus del Río San Pedro. 11510 Puerto Real. Cádiz

Introducción

El PLC (Power Line Communications) es una tecnología que permite la transmisión de datos utilizando como infraestructura la red eléctrica. Esto implica ofrecer, mediante este medio, cualquier servicio basado en IP como pueden ser telefonía IP, Internet, videoconferencia, datos a alta velocidad y otros.

Los buques disponen de gran cantidad de kilómetros de cable eléctrico que puede ser aprovechado para transmitir datos a través de ellos evitando tener que cablear de nuevo el buque cada vez que se instala un nuevo equipo, con el consiguiente ahorro económico en material y mano de obra.

Pero su aplicación no es inmediata si no se logra eliminar la interferencia que produce sobre las redes de radiocomunicaciones en Alta Frecuencia/Onda Corta que se encuentren en sus proximidades.

Inconvenientes

El ruido electromagnético y la contaminación de la banda de onda corta son algunas de las contrariedades a las que han tenido que enfrentarse los ingenieros que han participado en el desarrollo del PLC. Las primeras pruebas de campo realizadas evidenciaron que la utilización de determinadas frecuencias ocasionaba interferencias con algunos servicios

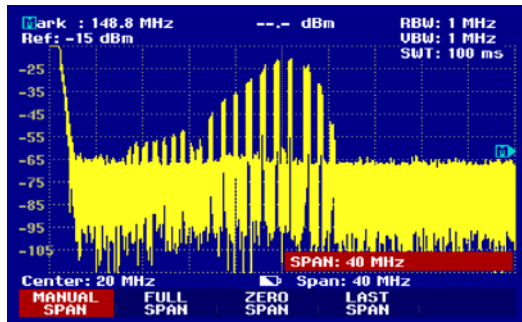
preexistentes, como las emisoras de los radioaficionados y el buque propio o la transmisión de la radio FM, entre otros. Según parece, las compañías involucradas están trabajando para solventar estas contrariedades, pero sólo la progresiva implantación de PLC permitirá comprobar si realmente es posible evitar que afecte negativamente a terceros.

Se puede interferir con servicios públicos de interés especial, como por ejemplo los servicios de emergencias, ya que PLC está definido en la misma banda de frecuencias: de 2 a 30 MHz. Debido a estas radiaciones, se puede considerar menos seguro en cuanto a la privacidad de las comunicaciones (como se comentaba, los cables no están adecuadamente preparados).

Por esto, PLC no se considera un sistema “limpio”, debido a que contamina la parte del espectro radioeléctrico en el que se define.

En las figuras 1 y 2 se exponen dos imágenes capturadas en el Analizador de Espectros durante un análisis puntual efectuado en Puerto Real, en el que se aprecian las interferencias causadas por el sistema PLC en las bandas de la Onda Corta que afectan a los servicios móviles marítimos, aeronáutico y de aficionados de la zona.

Las mediciones se realizaron tanto en Banda Ancha como en Banda Estrecha, utilizándose para ello un medidor PMM 8086A con sonda de campo eléctrico EP330S, un analizador de espectros R&S FSH3 con antena HE200 y un Receptor de Radiocomunicaciones ICOM R8500 dotado de un Dipolo Telescópico sobre trípode.



Figuras 1: Interferencia causada por los circuitos de baja y media tensión en HF de 4 a 24 MHz.

Hemos de comentar que la interferencia visible en la figura 1 corresponde a la medida realizada en el interior de un centro transformador de media a baja tensión, siendo los máximos niveles que se pueden encontrar, ya que la antena se encontraba a menos de 1 metro de distancia del transformador y de los inyectores de la radiofrecuencia codificadora del PLC.

En la figura 1 se aprecia que el centro de la pantalla se encuentra en 20 MHz y la vista total de la misma (SPAN) es de 40 MHz. Las 9 líneas espectrales correspondientes a las frecuencias de 6 a 14 MHz son emitidas por el circuito de baja tensión (220 V 50Hz) con niveles de 12 dB sobre el ruido y las líneas espectrales correspondientes a las bandas comprendidas entre 16 y 24 MHz corresponden al circuito de media tensión.

La amplitud de la interferencia provocada por el circuito de media tensión, en las condiciones especificadas, supera los 45 dB sobre el ruido de fondo.

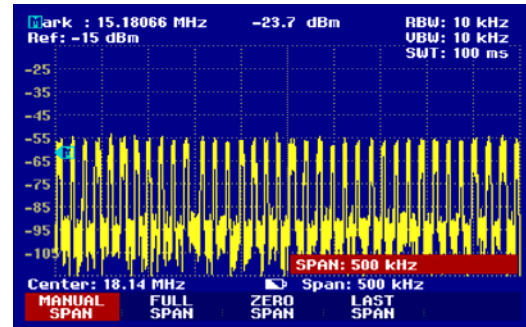


Figura 2: Interferencia causada por los circuitos de baja y media tensión en HF de 4 a 24 MHz

La figura 2 nos muestra un enventanado de 500 kHz sobre una frecuencia central de 18,14 MHz con un total de 36 líneas espectrales o lo que es lo mismo una línea cada 14 kHz.

Algo que no se aprecia en las figuras anteriores es que la representación en tiempo real de las mismas es dinámica, o lo que es lo mismo, que las líneas se mueven durante todo el tiempo y afectan a todas las frecuencias.

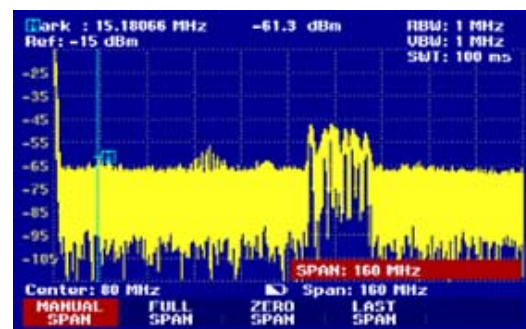


Figura 3: Ausencia de transmisión PLC



Figura 4: Existencia de transmisión PLC

En las figuras 3 y 4 se puede apreciar la ausencia y presencia de la transmisión PLC en media tensión en el interior de un centro de transformación eléctrica. La línea azul marca los 15,18 MHz. En

la figura 3 no se aprecia ningún tipo de interferencia, mientras que en la figura 4 sí existe entre 16 y 24 MHz. Posteriormente, hacia los 50 MHz se aprecian una serie de emisiones, así como en la banda de radiodifusión de VHF (de 86 a 108 MHz) cuyo nivel de recepción está más de 20 dB por debajo de la interferencia en 20 MHz. Finalmente hay una emisión de un radioaficionado en 145 MHz que llega con casi 40 dB menos que la interferencia en 20 MHz.

Utilizando el receptor de Onda Corta ICOM R8500 se aprecia a oído que es completamente imposible la comunicación en Onda Corta mediante sistema de anchura de banda normal y que probablemente sería posible la comunicación por radio utilizando telegrafía Morse (100HA1AAN) con filtros de 250 Hz en el receptor, dado que al transmisor no le afecta.

Una vez medido en el Centro de Transformación se procedió a medir en el cuadro de contadores de la vivienda de un radioaficionado aquejado de interferencias (figura 5) con el fin de saber si las interferencias eran conducidas o radiadas,

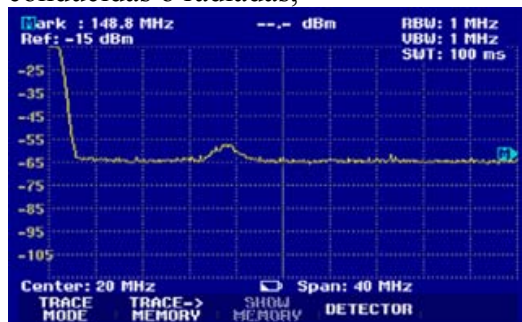


Figura 5: Medida realizada en el contador de la estación de aficionado interferida

obteniéndose una lectura 30 dB inferior, en la banda de frecuencias correspondiente a media tensión, a la obtenida en el centro de transformación. Aún así la lectura de la interferencia sobre el ruido de fondo era de casi 10 dB centrado en la frecuencia de 15,067 MHz.

Una vez conectado el analizador a la antena dipolo de la estación EA7BO el espectro recibido fue el siguiente:



Figura 6: Señales recibidas desde la antena de HF de EA7BO con PLC desactivado

En la figura 6 se aprecian las señales recibidas directamente por la antena dipolo de polarización horizontal, desde 9 kHz hasta 24 MHz con el sistema PLC de media y baja apagado.



Figura 7: Señales recibidas desde la antena de HF de EA7BO con PLC activado

En cambio en la figura 7 se puede apreciar como únicamente las emisiones potentes pueden recibirse sobre el ruido, el cual aumenta 40 dB hacia los 5 MHz y 30 dB en frecuencias próximas a 20 MHz.

Las emisiones que se escucharon con mayor amplitud e inteligibilidad, aunque bastante interferidas, mediante el Receptor ICOM R8500 fueron emisiones de radiodifusión de doble banda lateral (8K00A3EGN) de países de habla árabe, mientras que las emisiones de aficionado en Banda Lateral Única (2K70J3EJN) eran totalmente ininteligibles.

Conclusiones

El sistema PLC es un sistema muy válido para transmitir datos a alta velocidad en zonas urbanas, donde se distribuye por medio de la media tensión entre centros transformadores y en baja tensión entre los centros transformadores y los usuarios.

Una de sus principales ventajas es el aprovechamiento de la infraestructura de la red eléctrica ya instalada, sobre todo porque el cable de pares llega antes a las zonas urbanizables que la fibra óptica o el cable coaxial o telefónico.

Así mismo el ahorro de la instalación de cables coaxiales o fibras en los buques puede ser muy importante, no sólo por el coste de los materiales y accesorios, sino también por las horas/hombre.

Si se ahorra dinero a la hora de una nueva instalación no digamos a la hora de una ampliación o una reforma de un sistema, dado que lo único que habría que hacer es conectar el modem-PLC a la red para obtener o transmitir el dato o datos requeridos.

Los sistemas de telefonía, ocio (video y audio), redes y todas las comunicaciones interiores (excepto las de emergencia) podrían ser sustituidos por el PLC a bordo de un buque, pero para ello DEBE eliminarse todo tipo de interferencias que se puedan causar en los equipos de radiocomunicaciones del buque propio [MAS 02] [MAS 04] [MAS et alii 04] [OTA 93] [UIT 02] [UIT 06] [URE07].

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer las aportaciones económicas concedidas por el Ministerio de Fomento y por el Ministerio de Educación y Ciencia para la ejecución de los proyectos PN/FOM-TRANSP/PR/2003-037, TRA2004-00377/TMAR y el Profit SIAN 2005 que han dado lugar a la adquisición del instrumental con el que se ha podido realizar este pequeño trabajo, así como a EPRESA y a D. Luis Moro Morales

(EA7BO) por permitirnos medir dentro de sus respectivas instalaciones.

Bibliografía

- [ABA 04] ABAD FRAGA; F. Compatibilidad Electromagnética en Buques. Trabajo de Investigación de 2º Curso del Programa de Doctorado de "Tecnologías para la Defensa Bienio 2002-04" Universidad de Cádiz. 2004.
- [MAS 02] MASCAREÑAS C. y MARISCAL; L.A. Electromagnetics Fields at Civil Vessels. 3rd International Congress on Marine Innovation and Research. Bilbao. 6-9th November 2002.
- [MAS 04] MASCAREÑAS C. Electromagnetics Fields at Civil Vessels and Harbour Areas. A data file creation project. 4rd International Congress on Marine Innovation and Research. Barcelona 19-23 October. 2004.
- [MAS et alii 04] MASCAREÑAS C., SANCHEZ DE LA CAMPA F y MARTÍN C. Campos electromagnéticos en el Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima. 1ªs Jornadas Internacionales Científicas y Técnicas. Algeciras y Tánger Diciembre 2004.
- [OTA 93] ORGANIZACIÓN DEL TRATADO DEL ATLÁNTICO NOROCCIDENTAL. Normas generales MIL-STD 461 y 462 de la OTAN. Así como específicas para cada equipo. "Requirements for the control of electromagnetic interference emissions and susceptibility". MIL-STD-461D. Enero-93 y "Measured of electromagnetic interference characteristics". MIL-STD-462D. Enero-93.
- [UIT 02] UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES. Ginebra. Recomendación K.34 (02/00) -Clasificación de las condiciones ambientales electromagnéticas de los equipos de telecomunicación - Recomendación básica sobre compatibilidad electromagnética
- [UIT 06] UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES. Manual del Servicio Móvil Marítimo y Móvil Marítimo por Satélite. Ginebra. 2006.
- [URE 07] <http://www.ure.es/plcure/>